



**CEU**

*Universidad  
San Pablo*

**Escuela Politécnica Superior**

**Internet de las cosas: la hoja de ruta  
hacia un mundo conectado en red y  
sus implicaciones en el sector educativo**

---

**Gianluca Cornetta**  
Profesor Agregado  
Universidad CEU San Pablo  
Festividad de San José  
Marzo 2016



**CEU** | *Ediciones*

# Internet de las cosas: la hoja de ruta hacia un mundo conectado en red y sus implicaciones en el sector educativo

---

**Gianluca Cornetta**  
**Profesor Agregado**  
**Universidad CEU San Pablo**  
Festividad de San José  
Marzo 2016

**Escuela Politécnica Superior**  
**Universidad CEU San Pablo**

## **Internet de las cosas: la hoja de ruta hacia un mundo conectado en red y sus implicaciones en el sector educativo**

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita escanear algún fragmento de esta obra.

© 2016, Gianluca Cornetta

© 2016, Fundación Universitaria San Pablo CEU

CEU *Ediciones*

Julián Romea 18, 28003 Madrid

Teléfono: 91 514 05 73, fax: 91 514 04 30

Correo electrónico: [ceuediciones@ceu.es](mailto:ceuediciones@ceu.es)

[www.ceuediciones.es](http://www.ceuediciones.es)

Maquetación: Luzmar Estrada Seidel (CEU *Ediciones*)

Depósito legal: M-8918-2016

# Índice

Introducción .....	5
Hardware, software y arquitecturas .....	8
Campos de aplicación.....	9
Un modelo de negocio sostenible.....	13
Cómo la conectividad ubicua puede ayudar a transformar la educación.....	17
La Escuela Politécnica Superior y el Proyecto Newton .....	18
Riesgos y desafíos .....	22
Conclusiones .....	23



## Introducción

Internet de las cosas (*Internet of the things* o IoT) es un nuevo concepto de red en el que objetos de nuestra vida cotidiana (electrodomésticos, coches, equipos médicos, etc.) pueden ser integrados con sensores y dotados de la capacidad de realizar procesamientos sencillos y de comunicarse con otros dispositivos o servicios en Internet para realizar una tarea dada.

En esta lección examinaré el estado actual de esta tecnología, su evolución futura y su impacto en el sector de la educación.

Internet, la red de redes, ha estado y sigue estando en constante evolución. A lo largo de las últimas dos décadas la hemos visto evolucionar de una red estática de documentos en formato hipertextual (HTML) hasta la actual que se conoce como WEB 2.0.

La WEB 2.0 incluye tecnologías con las que todos estamos más o menos familiarizados, como redes sociales, blogs y wikis que habilitan la participación, colaboración e interacción entre personas. Pero, el trabajo de los investigadores no se para, y ya se lleva unos años trabajando en el desarrollo de las tecnologías en las que se fundamentará la WEB 3.0 o web semántica.

El objetivo de la web semántica es desarrollar un lenguaje de marcado de contenidos que pueda ser de fácil comprensión para máquinas y motores de búsqueda, de manera que pueda integrarse cierta “inteligencia” en los algoritmos y en las aplicaciones actuales.

La estandarización del marcado de contenidos permitirá a las máquinas procesar, compartir y generar datos de forma autónoma, sin la necesidad de la mediación humana.

En paralelo con las tecnologías WEB, se han estado desarrollando en la última década una serie de tecnologías y protocolos orientados al despliegue, monitorización remota y a la conectividad de redes de sensores y dispositivos sencillos y baratos. Estas tecnologías incluyen las comunicaciones de campo cercano (*Near Field Communication* –NFC) utilizando etiquetas y sensores RFID, y los protocolos de comunicación Machine-to-Machine que se apoyan en TCP/IP como, por ejemplo, MQTT. Recientemente, han empezando a difundirse rápidamente nuevos estándares de conectividad como Li-Fi (*Light Fidelity*), que permite comunicación inalámbrica utilizando luz modulada a altas frecuencias y LoRA WAN (*Long Range Wide Area Network*), una suite de protocolos para redes de “cosas” de área amplia.

De la convergencia de estas nuevas tecnologías con las ya consolidadas y familiares tecnologías WEB nace la Internet de las cosas, una red de objetos autónomos y auto-configurables que pueden publicar y analizar información a través de la WEB convencional.

En particular, tecnologías como Li-Fi y LoRA suponen un avance importantísimo en la hoja de ruta hacia el desarrollo de redes ubicuas de objetos con dirección IP en las que la información se difunde a través de la luz con tasas de transmisión de hasta 100 veces superiores a Wi-Fi, sin emisiones electromagnéticas contaminantes, y con la posibilidad de poder realizar transmisiones inalámbricas por debajo del agua.

Muchas de las tecnologías en la que se fundamenta la Internet de las cosas, como por ejemplo RFID y las redes de sensores, se han estado utilizando durante varios años en el ámbito industrial para la gestión en tiempo real de almacenes, el seguimiento de equipos y la logística en general. También la idea de protocolos Machine-to-Machine no es nueva ya que está en la base de las comunicaciones entre cliente, servidor y enrutadores en las redes convencionales. Lo que Internet de las cosas representa es una evolución de estas tecnologías en un contexto nuevo: el de una red de billones de dispositivos heterogéneos y con distintas restricciones en cuanto a consumo, conectividad, funcionalidad y tasa de transmisión.

Para ser más preciso, Internet se concibió originariamente como una red de dispositivos con capacidad de procesamiento, almacenamiento y conectividad integrada. Al principio se trataba de servidores y ordenadores de la gama desktop, pero con el tiempo estas capacidades se han ido extendiendo también a dispositivos más reducidos como laptops, tablets y smart-phones. Lo que el paradigma

IoT propone es dotar de las mismas funcionalidades y conectividad también a los dispositivos que utilizamos a diario como electrodomésticos, receptores de audio y vídeo, detectores de humo, y luces LED, y hacer visibles estos dispositivos en red, aunque, al principio éstos no hubieran sido concebidos con este objetivo específico. El otro cambio sustancial introducido por el paradigma IoT es la integración de estas redes de objetos y dispositivos, haciéndolos directamente accesibles a través de Internet.

Por ejemplo, tal y como he mencionado anteriormente, ya hace tiempo que la tecnología RFID está siendo utilizada para el seguimiento de productos a través de parte de la cadena logística y de suministro. Sin embargo, una vez que un producto ha dejado los almacenes, el fabricante o el distribuidor pierden la capacidad de poder realizar un seguimiento en tiempo real del mismo. De forma similar, un consumidor no puede tener acceso a la información sobre el tiempo de vida de un producto que ha adquirido.

Asignando a cada uno de ellos un identificativo único y haciendo su información accesible vía WEB, el paradigma IoT ofrece la posibilidad de realizar un seguimiento en tiempo real de cada producto durante todo su tiempo de vida.

La gran promesa de Internet de las cosas es su potencialidad para poder dotar de inteligencia los ambientes en los que vivimos, trabajamos o nos movemos, para que estos entornos puedan interactuar de forma sencilla e intuitiva con las personas tomando decisiones y adaptándose a sus necesidades.

Un mundo repleto de objetos inteligentes e “invisibles” tendrá, potencialmente, un impacto enorme en la forma en la que viviremos, trabajaremos y nos relacionaremos en un futuro no tan lejano. Pero esta transformación no se limitará sólo a un ámbito estrictamente social, sino también a los procesos empresariales que, sin duda, se verán afectados de forma radical previéndose una ruptura sin precedentes con los modelos de negocio y la creación de valor de las empresas tradicionales. Este cambio inevitable, que ya estamos experimentando con la creación y consolidación de los primeros negocios y servicios en la “nube”, muy pronto se extenderá a todos los ámbitos del mundo empresarial, incluso el educativo.



## Hardware, software y arquitecturas

El despliegue de la red de objetos inteligentes ya ha empezado y es una realidad, las tecnologías que la soportan están desarrollándose y madurando a una velocidad increíble; aunque todavía quedan muchos retos tecnológicos y éticos que resolver. Como un sistema de información convencional, el paradigma IoT se apoyará sobre una combinación de hardware, software y arquitecturas. No obstante, mientras que el hardware está, en gran medida, formado por tecnologías conocidas que ya he tenido ocasión de mencionar con anterioridad, el software requiere un rediseño sustancial para poder soportar escenarios en los que numerosos dispositivos heterogéneos puedan operar conjuntamente, y haya que realizar búsquedas y recolecciones de datos generados de forma asíncrona.

Manejar este escenario es extremadamente complejo y requiere una capa de virtualización (*middleware*) de los dispositivos que desacople el hardware de la aplicación que lo utiliza. En otras palabras, el *middleware* permite abstraer las características hardware y los datos de la red de dispositivos heterogéneos proporcionando a la aplicación una serie de servicios que permiten acceder a los recursos de red sin tener que escribir un código específico para cada uno de los dispositivos y/o tipo de datos soportados. También es preciso adaptar las características de los navegadores actuales a los nuevos escenarios que se intuyen en el Internet de las cosas. Los navegadores actuales y los motores de búsqueda están diseñados para mostrar e indexar contenidos relativamente estables. Sin embargo, los objetos que forman la red de cosas son móviles, extremadamente dinámicos y generan con mucha frecuencia enormes cantidades de datos heterogéneos y cambiantes. Esto precisa de unos navegadores con la capacidad de identificar objetos inteligentes, descubrir los servicios disponibles en la red de cosas e interactuar en tiempo real con todos ellos. Asimismo, los motores de búsqueda del futuro deberán ser capaces de hallar la información en la red en tiempo real, tan pronto ésta sea generada por los objetos conectados.

La arquitectura de un sistema de información en general, y de la red de cosas en particular, representa aquel conjunto de pautas estructurales y de diseño dirigidas a hallar una configuración que permita al sistema funcionar con la máxima efectividad y eficiencia.

La naturaleza distribuida y heterogénea de la red de cosas requiere la aplicación de estos principios de diseño a distintos niveles de abstracción, definiendo una arquitectura hardware y de red, una arquitectura del software y una arquitectura

de proceso capaz de dar un soporte eficiente a los servicios de la red de cosas y a los flujos de trabajo contruidos sobre aquellos servicios.

La arquitectura software debe definir claramente las funcionalidades que permiten el acceso a los dispositivos y la compartición de los servicios ofrecidos por la red de cosas. En este contexto, debido a su flexibilidad y su enfoque en los servicios, tienen amplia aplicación arquitecturas y modelos de programación ya muy utilizados en la programación WEB y distribuida como la Arquitectura Orientada al Servicio (*Service Oriented Architecture* –SOA) o el modelo de Transferencia de Estado Representacional (*Representational State Transfer* –REST). Por otro lado, los procesos de negocio basados en la red de cosas deben apoyarse sobre unas arquitecturas de proceso que organicen de forma eficiente los flujos de trabajo y que soporten computación ubicua.

## Campos de aplicación

Sólo la creatividad del diseñador puede poner un límite a los campos de aplicación de la red de cosas. Sin embargo, todas las aplicaciones disponibles hasta la fecha pueden agruparse en cuatro subdominios: infraestructura inteligente, salud, logística y cadena de suministro, y aplicaciones sociales.

Integrar objetos inteligentes en una infraestructura física puede mejorar su flexibilidad, fiabilidad y eficiencia llevando a una reducción de costes de mantenimiento y del personal, además de una mejora en la seguridad. Por ejemplo, redes inteligentes (*smart grids*) se utilizan en la actualidad para realizar telelectura de contadores y recolectar datos de consumos hídricos y energéticos. Los datos medidos se pueden incorporar de forma automática en las facturas para proporcionar al usuario una visión global de sus patrones de consumo y recomendaciones sobre cómo reducirlos.

Casas particulares y edificios de oficinas pueden ser equipados con sensores y actuadores que realicen una monitorización en tiempo real de los consumos energéticos y configurar automáticamente el sistema de calefacción o de acondicionamiento de aire para reducirlos y optimizarlos. A una escala más amplia, las tecnologías de la red de cosas pueden utilizarse para construir ciudades más eficientes y sostenibles. El objetivo de las smart cities es el de apoyarse en redes de objetos inteligentes para proporcionar a los ciudadanos un entorno más eficiente y confortable, mejorando el control del tráfico, monitorizando la disponibilidad

de plazas de aparcamiento, el nivel de contaminación y la calidad del aire e incluso enviando notificaciones a los usuarios cuando los contenedores de la basura están llenos.

En el campo de la salud, la red de las cosas halla su principal aplicación en escenarios de vida asistida. Sensores de constantes vitales con conectividad de red pueden recolectar información y transferirla en tiempo real, a través de Internet, a los familiares o médicos para mejorar el tratamiento y mejorar los tiempos de respuesta en el caso de situaciones críticas. Asimismo, dispositivos y sensores inteligentes pueden utilizarse para controlar remotamente un tratamiento farmacológico y valorar los riesgos de la introducción de nuevos medicamentos en el tratamiento en lo que se refiere a reacciones alérgicas o interacciones adversas.

Sensores RFID llevan utilizándose desde hace tiempo en factorías y cadenas de montaje para realizar el seguimiento de partes y piezas durante parte de la cadena de suministro. Sin embargo, la ubicuidad sobre la que se fundamenta la Internet de las cosas permitirá extender el proceso de seguimiento más allá del entorno restringido formado por la fábrica o el almacén, superando los límites geográficos e interesando a toda la organización y procesos empresariales. Más específicamente, la red de cosas puede mejorar de manera sustancial los procesos logísticos a lo largo de toda la cadena de suministro, proporcionando información en tiempo real, mitigando el efecto látigo<sup>1</sup>, reduciendo las posibilidades de falsificación y mejorando la trazabilidad de un producto.

Internet de las cosas puede utilizarse también para promover interacciones sociales a través de redes sociales como Facebook y Twitter, proporcionando, por ejemplo información geográfica o de las actividades de los usuarios. La aplicación puede automatizar la recolección e integración de datos para informar a los usuarios si hay algún amigo o evento social de interés en las inmediaciones.

Un estudio reciente publicado por Gartner Consulting prevé un crecimiento del 30% del número de dispositivos conectados a la Internet de las cosas (IoT) en

---

<sup>1</sup> El **efecto látigo** se inicia ante un aumento de demanda de un producto por parte de los consumidores. El punto de venta genera entonces una demanda a su proveedor que será mayor que la demanda real de los consumidores, para tener stock de seguridad o aprovechar descuentos por volumen de compra. A medida que se asciende por la **cadena de suministro**, la demanda vuelve a crecer porque en cada nivel de la cadena se añadirán unidades extra para su propio stock de seguridad y beneficiarse de mejores precios. También se introducirán demoras en el suministro por esperar a acumular pedidos de mayor volumen y así reducir costes de transporte, lo que a su vez fomentará la demanda de más stock de seguridad. Y así a medida que se continúa ascendiendo en la cadena de suministro hasta llegar al fabricante, que percibirá un aumento de demanda artificialmente magnificada y podría llevarle a aumentar la producción como respuesta a una demanda mucho mayor que la real.

2016 lo que equivale a un total de más de 6 billones de dispositivos, con 5.5 millones de nuevos dispositivos añadido a la red de las cosas cada día.

Según la predicción de Gartner, antes de 2020 habrá más de 20 billones de dispositivos conectados en red.

Parte de este crecimiento interesará líneas de negocio relacionadas con edificios “cero emisiones” (*zero-emission buildings*), smart cities, automoción, electrodomésticos, logística y gestión de almacenes, monitorización de actividad física y constantes vitales. Sin embargo, internet de las cosas tendrá un impacto considerable también en el sector de la educación superior tanto en la optimización de los procesos como en la forma de impartir docencia e interactuar con los estudiantes.

Incorporando unos pocos dispositivos interconectados se facilita una interacción más dinámica entre profesor y alumno, y se crea la posibilidad de desarrollar técnicas docentes más avanzadas. En este contexto los procesos y los procedimientos pasan a un segundo plano, el alumno tiene un papel más activo en el proceso de aprendizaje y el rol del profesor pasa a ser el de “gestor” del flujo de conocimiento pudiendo dedicar más tiempo para crear contenidos personalizados. Contrariamente a las expectativas de muchos, la introducción de las tecnologías en la clase pueden contribuir de forma significativa a transformar el proceso de aprendizaje en algo más humano y más personal.

Imaginemos un escenario en el que en el que un estudiante entra en clase y un dispositivo IoT registra su asistencia. Una vez sentado, el sistema, basándose en la actividad del estudiante, puede enviarle un mensaje personalizado a su correo electrónico, smart-phone o tablet con las actividades que tiene que realizar, los trabajos que tiene que cargar en el sistema, o la invitación a unirse a un grupo de trabajo.

El estudiante puede acceder al sistema y controlar sus progresos o controlar las estadísticas de acceso a un trabajo que han colocado en zonas habilitadas del campus y ver cuántas personas han escaneado con su Smartphone el código QR para interactuar con el trabajo a través de una aplicación de realidad aumentada.

Estos posibles escenarios de aplicación de Internet de las cosas dejan prever que esta tecnología tendrá un impacto significativo en los consumidores, las empresas y la sociedad en general a pesar de estar, en la actualidad, todavía en un estado embrionario de su desarrollo.

El desarrollo de dispositivos específicos soportados por las redes móviles y con la capacidad de implementar conexiones ubicuas de forma transparente al usuario, por un lado habilitará la implementación de servicios orientados a la mejora de la calidad de vida, mientras que, por otro, contribuirá a mejorar significativamente la eficiencia de los procesos empresariales y la productividad.

Desde el punto de vista del consumidor, la conectividad proporcionada por la red de cosas puede mejorar la calidad de vida, o su eficiencia en el trabajo en múltiples formas distintas tales, aunque no exclusivamente limitadas, a la eficiencia energética y/o a la seguridad del hogar y de las ciudades.

En el hogar, la integración de objetos inteligentes conectados en red con servicios en la nube contribuirá a resolver los problemas relacionados con la eficiencia energética, los cortes en el suministro eléctrico y la seguridad a través de monitorización remota.

En las ciudades del futuro, el desarrollo y el despliegue de redes inteligentes (*smart grids*), sistemas de análisis de datos en tiempo real y vehículos autónomos constituirán los elementos fundamentales con los que realizar una plataforma inteligente para proporcionar una gestión innovadora, adaptativa y eficiente de los recursos energéticos, del tráfico y de la seguridad, compartiendo los beneficios a gran escala con toda la comunidad.

La red de cosas ampliará el acceso y mejorará la calidad de los sistemas educativos y sanitarios. La red de objetos inteligentes ayudará a agilizar los procesos sanitarios mediante el despliegue a gran escala de servicios de telemedicina y e-salud sin que esto comporte un coste excesivo para la administración pública. Estos nuevos servicios permitirán la monitorización remota de las condiciones de salud de enfermos crónicos, o de colectivos de riesgo como los ancianos, en sus propios hogares, mejorando la calidad de los cuidados y la calidad de vida de los pacientes sin que esto suponga una carga y un coste excesivo para el sistema sanitario. En el sector de la educación, las soluciones basadas en redes de objetos inteligentes y tecnologías móviles están ya permitiendo el desarrollo de entornos personalizados con la capacidad de adaptarse al proceso de aprendizaje y a las necesidades concretas de cada estudiante, mejorando los niveles generales de competencia y, al mismo tiempo, creando una vinculación entre aula física y virtual para hacer del aprendizaje un proceso más conveniente y accesible.

Ya ha sido ampliamente demostrado que soluciones educativas basadas en la movilidad (conocidas también como *mobile education* o simplemente **mEducation**)

tienen el potencial de mejorar el nivel de competencia de los alumnos y reducir la tasa de abandono escolar. Asimismo, estas tecnologías permitirán, antes de 2017, el acceso a la educación y la escolarización de hasta 180 millones de estudiantes de países en vías de desarrollo.

Desde el punto de vista de las empresas, la capacidad de la red de cosas de combinar innovación en los procesos de análisis de datos, impresión 3D, sensores y monitorización remota, mejorará la productividad habilitando nuevos mecanismos de toma de decisiones en tiempo real y de personalización de la venta al por menor.

## Un modelo de negocio sostenible

Todo avance tecnológico requiere claramente de un cambio de modelo de negocio dirigido a generar valor y a capturar la atención de clientes potenciales. Por ejemplo, las tecnologías de la WEB 2.0 han impulsado nuevos modelos como plataformas que proporcionan a sus usuarios, mediante una suscripción previa, el acceso en la nube a recursos hardware (se habla de *Infrastructure as a Service* –IaaS) o software (se habla, en este caso, de *Software as a Service* –SaaS). Por otro lado, Internet de las cosas facilitará el desarrollo de modelos de negocio basados en la ubicuidad y el análisis de datos.

Internet de las cosas, en su esencia, es un modelo de negocio que agiliza los procesos empresariales, reduce el gasto y promete creación de valor a partir de unos recursos limitados. “**Más por menos**” es un principio clave de la sostenibilidad.

No obstante, la sostenibilidad es un concepto mucho más amplio que no está sólo relacionado con la capacidad de gestionar de forma eficiente y eficaz un negocio gastando menos recursos, sino también con la capacidad de adaptarse, entender los cambios sociales y económicos, anticiparse y resistir al impacto de tecnologías disruptivas, como lo fue en su tiempo Internet o en la actualidad Li-Fi.

La introducción de internet en el siglo pasado cambió de forma radical los procesos de negocio y la forma de generar valor; sin embargo, el impacto de Internet de las cosas en los procesos y en los modelos de negocio será completamente distinto del de la primera revolución de Internet. En vez de ser una fuerza disruptiva, será más bien un elemento potenciador. La idea más importante que hay que entender sobre Internet de las cosas es que no se trata simplemente de tecnología sino de un elemento facilitador que proporciona a los usuarios accesos a

recursos y servicios y dándole, a la vez, un valor añadido a los procesos de negocio tradicionales.

“El valor de Internet de las cosas tiene poco que ver, de manera aislada, tanto con Internet como con las cosas. Por el contrario, el valor real radica en su capacidad de recolectar y analizar la información generada por la red de objetos y traducir el conocimiento generado en acciones significativas”<sup>2</sup>.

La conectividad ubicua entre personas y procesos permitirá el despliegue en la red de distintos servicios adaptativos y conscientes del contexto operativo, que pueden ser entregados al usuario final de forma automática y sin la mediación humana cuando y donde sean requeridos.

Tal y como ya he tenido la ocasión de mencionar anteriormente, la red de cosas, es decir, el paradigma tecnológico que tiene la capacidad de habilitar una conectividad transparente y sin fisuras entre personas, objetos inteligentes y procesos, tendrá una serie de beneficios evidentes a corto medio y largo plazo, y un impacto positivo en prácticamente todos los sectores de la economía, desde la automoción, hasta el sector servicios, la logística y distribución, la salud y la educación, beneficiando potencialmente a billones de personas en el nuevo mundo digital, global y sin barreras socio-económicas que estamos viendo nacer.

El impacto de este nuevo mundo conectado en la forma en que vivimos y trabajamos será fundamental, y el avance de la red de cosas se traducirá en grandes beneficios sociales y ambientales, como la mejora de los cuidados médicos, una mayor seguridad y eficiencia del transporte y de la logística, una mejor educación y un uso más eficiente de la energía.

La habilidad de capturar y utilizar en tiempo real la información, y proporcionar, tanto la posibilidad de controlar remotamente y con la mínima intervención humana distintos tipos de procesos, como la capacidad de embeber en objetos de nuestra vida cotidiana conectividad móvil, hará que máquinas y vehículos puedan funcionar de forma más eficiente y sostenible reduciendo de manera significativa la generación de desechos y mejorando la productividad.

Estos nuevos servicios que se prevén contribuirán también al crecimiento económico creando nuevas oportunidades de negocio para los operadores móviles, los fabricantes de hardware y otros actores que operan en el ecosistema de las comunicaciones móviles y en campos industriales afines. Todas estas nuevas líneas de

---

<sup>2</sup> Per Simonsen, CEO de Telenor Connexion.

negocio que se van delineando constituirán un estímulo muy importante para la demanda que impulsará la financiación y el despliegue a nivel global de una nueva infraestructura mejorada y capaz de proporcionar conectividad IoT y banda ancha a billones de usuarios.

El mercado de los dispositivos interconectados abrirá nuevos flujos de ingresos, facilitará el desarrollo de nuevos modelos de negocio y mejorará significativamente la eficiencia y la forma en la que muchos servicios se proporcionan en la actualidad en distintos sectores empresariales e industriales.

El impacto global de la red de las cosas en los negocios se puede dividir en dos grandes categorías: “**nuevas oportunidades de ingresos**” y “**abaratamiento de costes y mejora de los servicios**”. Se estima que, en 2020, los ingresos debido a las ventas de dispositivos y servicio IoT, así como de servicios derivados como, por ejemplo, los seguros de coche “*pay-as-you-drive*”, alcanzarán los 2.5 trillones de dólares, de los que 1.2 trillones serán ingresados por los operadores móviles y el remanente por las empresas del ecosistema IoT<sup>3</sup>.

Por otro lado, la reducción de costes y la mejora de los servicios están relacionados con beneficios menos directos pero tangibles ligados a la implantación en los procesos empresariales y administrativos de modelos eficientes y sostenibles basados en la red de cosas. Se estima que, en 2020, los beneficios en términos de reducción de costes debido a la implantación de IoT ascenderán aproximadamente a 2 trillones de dólares, de los que 1 trillón derivará de la reducción de costes debida al despliegue de tecnologías como los contadores inteligentes que eliminarán la necesidad de una lectura manual por parte de personal especializado, y otro trillón generado por la mejora de servicios, como por ejemplo servicios de telemedicina y monitorización remota de pacientes con enfermedades crónicas<sup>4</sup>.

Para acelerar la entrada en el mercado de estos nuevos servicios, los operadores móviles se han aliado con empresas tecnológicas de sectores afines para agilizar la creación de nuevos estándares, como los ya mencionados Li-Fi y Lo-RAN, que permitan el despliegue y la integración a corto plazo de la red de objetos en la actual infraestructura de red y la creación de nuevos servicios IoT orientados a los consumidores.

---

<sup>3</sup> Fuente: The GSM Association (GSMA) [www.gsma.com](http://www.gsma.com)

<sup>4</sup> Fuente: The GSM Association (GSMA) [www.gsma.com](http://www.gsma.com)



En este nuevo contexto, están adquiriendo relevancia nuevos modelos comerciales que rompen con los esquemas tradicionales a los que estamos acostumbrados. Uno de ellos es el **Business to Business to Consumer (B2B2C)** en el que es la empresa partner del operador móvil la que tiene relación directa con el cliente y la que comercializa el producto o el servicio final. Por ejemplo, un operador móvil podría aliarse con una compañía de suministros eléctricos ofreciéndole el despliegue y la conexión de una red de contadores inteligentes, sin embargo es la compañía eléctrica la que ofrece el servicio y alquila los contadores a sus clientes.

Además de esta clara reestructuración en los modelos de negocio, existe también una diferencia sustancial en la manera de generar valor y, por tanto en la manera en los que se realizarán los cargos a los clientes. Mientras que en los servicios de telecomunicación tradicionales al cliente se le cobra típicamente por el uso que hace de la red y a menudo también por la cantidad de datos consumidos, los servicios basados en la red de cosas estarán relacionados con el valor intrínseco del servicio (del que la conectividad en red será un valor intangible e indistinguible).

Por ejemplo, los usuarios de automóviles conectados pueden pagar una cuota mensual por el servicio, junto con unos honorarios discrecionales para servicios de valor añadido, como, por ejemplo, entretenimiento; mientras que los consumidores de libros electrónicos pueden pagar por adelantado el dispositivo y luego pagar por libro descargado. En muchos casos, el operador móvil que proporciona los servicios de IoT no es visible al cliente final, ya que su relación será con la empresa partner que es la que comercializa el producto o el servicio final.

Además de establecer relaciones comerciales con grandes empresas o grupos industriales líderes en sectores tecnológicos afines, los operadores móviles pueden optar por dirigirse también a PYMES que deseen desarrollar aplicaciones y servicios móviles para la red de cosas en una manera económicamente sostenible. En este contexto, el próximo desafío tecnológico al que hay que enfrentarse es la integración en la nube de la red de cosas y el desarrollo de interfaces programáticas (*Application Program Interfaces* –APIs) que expongan los recursos de la red de cosas a otras aplicaciones. Estas interfaces permitirán desarrollar y monetizar las relaciones con un gran número de socios industriales de una amplia variedad de sectores afines.

## Cómo la conectividad ubicua puede ayudar a transformar la educación

La tecnología es sólo uno, pero quizás el más influyente, de los factores disruptivos que están marcando las tendencias en el sector educativo. Vivimos en un mundo en el que la abundancia de información y el desarrollo rápido y constante de nuevas tecnologías ponen a los educadores y a las instituciones nuevos retos en el rediseño de los procesos formativos y de aprendizaje. No obstante, ya se va claramente delineando y definiendo una hoja de ruta que lleve a la transición del modelo educativo tradicional, estático y monodireccional a uno más dinámico, que se apoye en las nuevas tecnologías de la información para crear, en un ámbito participativo, una realimentación constante entre profesor y alumno.

Por tanto, podemos considerar a la tecnología como el catalizador de un proceso que está rápidamente cambiando el modelo educativo actual desde una mera transferencia de conocimientos a un modelo colaborativo, en el que el estudiante pueda alcanzar de forma autónoma y bajo la supervisión del profesor, los objetivos de aprendizaje.

Estudios realizados por varios investigadores han demostrado que, en el contexto actual, los estudiantes son más propensos a aprender a través de actividades prácticas y, en este nuevo escenario, la tecnología tiene un papel fundamental, ya que facilita la implementación de este nuevo modelo. Los educadores tienen a su disposición muchísimas herramientas multimedia y multimodales a través de las cuales pueden mejorar los contenidos de las asignaturas y distribuirlos en varios formatos, y a través de canales no convencionales, aprovechando la familiaridad de los estudiantes con redes, sociales, blogs y sistemas de mensajería. En este nuevo modelo educativo, espacio y tiempo no constituyen una barrera, ya que el proceso formativo no está vinculado a un tiempo o un lugar determinados.

La convergencia de estas nuevas tecnologías en un espacio de aprendizaje virtual, ubicuo, adaptativo en el que personas, objetos inteligentes y datos interactúan, permitirá el desarrollo de actividades curriculares fácilmente escalables y personalizadas.

La proliferación de dispositivos móviles y de objetos inteligentes permitirá a las instituciones educativas recolectar datos e identificar entre los estudiantes patrones de comportamiento. Estos datos, utilizados de manera inteligente,

permitirán diseñar caminos de aprendizaje orientados a las necesidades individuales, técnicas de estudio y aspiraciones de cada estudiante.

## La Escuela Politécnica Superior y el Proyecto Newton

Los Sistemas de Gestión del Conocimiento tradicionales (*Learning Management Systems* –LMS) como por ejemplo Blackboard, se hallan en una especie de limbo entre la WEB 1.0 y la WEB 2.0 y por tanto son limitados tecnológicamente ya que no crean conocimientos, y no se adaptan a las exigencias de los usuarios, sino que son simplemente una especie de repositorio electrónico de contenidos estáticos de muy escasa utilidad en el nuevo paradigma educativo de la enseñanza activa. Su modelo de negocio, en el nuevo contexto de los entornos de aprendizaje virtuales, adaptativos y ubicuos, queda obsoleto y está inequívocamente destinado al fracaso a medio plazo. Por tanto, en el marco actual de las nuevas tecnologías y metodologías educativas, estos entornos constituyen un gasto probablemente innecesario para las instituciones y no aportan, de cara al público, ningún valor añadido ni una mejora sustancial de los procesos de negocio.

El desarrollo y la integración de tecnologías robustas dirigidas a mejorar el aprendizaje es fundamental para crear productos innovadores e impulsar el crecimiento del mercado de las tecnologías educativas. Por ello, es necesaria una íntima colaboración entre el mundo académico y el empresarial para definir el marco y los requerimientos de interoperabilidad para los módulos de un nuevo ecosistema digital orientado al aprendizaje y la formación.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden ayudarnos a aprender mejor y de manera más eficiente y creativa, a innovar, a resolver problemas complejos y a acceder a bases de datos de conocimiento constantemente puestas al día. Estas tecnologías tienen el potencial de proporcionar a sus usuarios formas más flexibles y accesibles de aprender, dentro y fuera de la clase.

La Comisión Europea es consciente de la importancia de las tecnologías de la información en el desarrollo de nuevas técnicas docentes; por ello, en el marco del programa Horizon 2020 ICT-2015, ha dotado su línea estratégica “*Technologies for Better Human Learning and Teaching*”, de un presupuesto total de 50 millones de euros.

En el marco de este programa, la Escuela Politécnica Superior participará durante los próximos tres años, junto con otros 13 partners académicos e industriales de

siete países de la Unión Europea, en el proyecto NEWTON que goza de una financiación de 5.6 millones de euros.

NEWTON supera las limitaciones de los LMS actuales, ya que será capaz de trazar el comportamiento de los usuarios y adaptarse a contextos de aprendizaje específicos, generando contenidos personalizados e incorporando nuevas experiencias interactivas y sociales. Se trata, pues, de un entorno virtual centrado en el estudiante, más que un sistema centralizado de entrega de contenidos. El objetivo del proyecto es la alineación de los conceptos y las tecnologías de e-Learning con las instituciones. Las nuevas tecnologías tienen que permitir a los consumidores de e-Learning un acceso más eficiente a los contenidos, y un proceso de aprendizaje más eficiente y dinámico, de manera que se genera, para la institución, un valor añadido. Por ello, NEWTON se apoya en tecnologías y despliegues en la nube y sobre todo en el concepto de virtualización, y en el paradigma de **Infraestructura como Servicio** (*Infrastructure as a Service*–IaaS). En este paradigma, el proveedor gestiona la infraestructura física de la nube (sistema operativo, red, almacenamiento) mientras que los consumidores o usuarios despliegan y ejecutan la aplicación software y proporcionan los recursos (servicios) necesarios.

En este proyecto se están desarrollando conceptos novedosos como el de la **WEB de las cosas** con el objetivo de integrar objetos inteligentes, equipos de fabricación digital y datos multisensoriales (es decir, datos que involucren todo los sentidos y no sólo vista y oído) en una plataforma WEB orientada a la enseñanza de materias técnicas y científicas, y el de **Fabricación Como Servicio** (*Fabrication as a Service*–FaaS). Este nuevo concepto pretende superar las limitaciones actuales de los laboratorios de fabricación digital (fab-labs) ideados por el MIT, transformando un fab-lab en una verdadera cadena de producción a pequeña y mediana escala visible y accesible a sus usuarios como un servicio WEB. Este salto de calidad será posible gracias a la convergencia de los fab-labs tradicionales con la red de las cosas. Esto permitirá a las máquinas del laboratorio operar, sincronizarse y configurarse de forma autónoma a través de protocolos Machine-to-Machine (M2M), siendo el hombre un mero supervisor del proceso de fabricación.

El proyecto presenta una serie de retos tecnológicos importantes relacionados con la seguridad, la escalabilidad, la interoperabilidad y la comunicación de dispositivos heterogéneos utilizando los protocolos WEB actuales, la agregación de datos y la virtualización de equipos para que sean accesibles por una aplicación como un servicio WEB.

NEWTON es, en esencia, un integrador de tecnologías que proporcionará a sus usuarios tanto la posibilidad de acceder a contenidos y recursos distribuidos en la red a través de una interfaz WEB, como la de publicar y compartir con el resto de la comunidad nuevos contenidos y recursos.

Los nuevos paradigmas educativos basados en la enseñanza activa y los avances tecnológicos todavía no han convergido en una plataforma que integre en un entorno único las tecnologías, los contenidos y las metodologías adecuadas para satisfacer las necesidades y las inquietudes de la gran mayoría de los estudiantes.

No obstante, es preciso puntualizar que los factores que están impulsando este cambio del modelo educativo no son exclusivamente debidos a las nuevas posibilidades ofrecidas por los avances tecnológicos, sino también por los cambios sociológicos profundos que estamos viviendo hoy en día y que arraigan en la nueva manera mediante la que interactuamos con las personas, el entorno y la tecnología.

Este cambio está generando en los gobiernos la preocupación de que quizás el sistema educativo actual, que hemos heredado del siglo XIX, no sea lo suficientemente flexible y escalable, y ya no esté alineado con las transformaciones sociales que estamos viviendo en la actualidad. El sistema educativo vigente ha madurado y se ha desarrollado en un contexto social profundamente distinto del actual y, por tanto, ya no resulta adecuado para cumplir con su función de fomentar las capacidades individuales innatas y asegurar el progreso y el desarrollo humano y profesional de las personas en el mundo real.

Desde esta nueva perspectiva, la tecnología no es un objetivo, sino un medio con el que se pretende manejar situaciones en las que el sistema educativo tradicional ya empieza a mostrar sus evidentes limitaciones.

Las tecnologías multimedia y de la comunicación se han vuelto, en la actualidad, una parte imprescindible de la rutina diaria de los jóvenes. Cada día se comunican con mensajes de texto, comparten su estado en Facebook o Twitter, leen blogs y miran YouTube. En este contexto, los paradigmas de la enseñanza tradicional impiden un aprendizaje eficiente ya que se fundamentan en una percepción de la realidad completamente distinta a la que las nuevas generaciones están acostumbradas.

NEWTON ha sido específicamente diseñado para involucrar a empresas, universidades, escuelas y profesores innovadores en el desarrollo conjunto de escenarios

y métodos para la clase del futuro, con el objetivo de influir en los procesos de reforma educativa tanto a nivel nacional como europeo.

No es disparatado pensar que la orientación eminentemente práctica del nuevo enfoque educativo que se pretende poner en marcha con este proyecto, en el que los estudiantes participan de forma activa en el proceso de aprendizaje y colaboran para resolver un problema dado, ayudará a las nuevas generaciones a desarrollar nuevas habilidades técnicas y sociales. El concepto de «aprender haciendo», y la posibilidad de desvincular el proceso de aprendizaje de un lugar físico y un tiempo concreto hecha posible por las nuevas tecnologías, contribuirá de manera significativa a estimular los estudiantes más jóvenes, a desarrollar su creatividad, y a crear una conciencia científica.

Una educación de calidad tiene el potencial de generar unos beneficios para los individuos y la sociedad que van mucho más allá de su contribución a la empleabilidad y a los ingresos salariales de los individuos. Las habilidades adquiridas son unos canales importantes a través de los cuales se manifiesta el poder de la educación en una variedad de entornos sociales. De hecho, uno de los principales motivos con lo que los gobiernos democráticos justifican los grandes gastos en educación es su valor social, y no sólo su impacto económico; es decir, los beneficios que un electorado bien educado aporta a la sociedad civil.

En este sentido, una de las evidentes ventajas de Internet de las cosas es la posibilidad de poder diseñar y realizar sistemas que faciliten la inclusión de estudiantes con necesidades de educación especiales. Por ejemplo, la utilización de sensores podría permitir al sistema reconocer un estudiante con problemas de visión y automáticamente ajustar el tamaño de las fuentes de caracteres en la pantalla sin necesidad de la asistencia del profesor. Esto permitiría al estudiante actuar de forma autónoma, lo que ayuda a desarrollar la confianza en uno mismo y promueve la independencia.

Este es un claro ejemplo de cómo la tecnología, si es empleada correctamente, tiene el potencial de incrementar de forma sustancial los beneficios civiles y sociales de la educación, extendiéndolos a una comunidad más amplia, y utilizar las tecnologías de la información, así como técnicas multi-sensoriales y distribución de contenido multimedia, para fomentar la integración social, combatir el abandono escolar, promover la integración de estudiantes con discapacidad en escuelas y clases convencionales.

## Riesgos y desafíos

Internet de las cosas va mucho más allá del desafío tecnológico ligado al despliegue, comunicación y monitorización de billones de dispositivos conectados en red. La cuestión es entender cómo los Estados y las Instituciones manejarán la red de cosas y qué harán con la información generada.

¿Qué haremos, en un futuro no tan lejano, cuando nuestros estudiantes lleguen al Campus con vehículos dotados de conectividad de red, vistiendo e-prendas, llevando entre ocho y diez dispositivos con conexión a Internet y con la clara expectativa de que nuestro sistema dé soporte a todos estos aparatos?

¿Qué haremos cuando recolectemos información y datos sobre nuestros estudiantes? ¿Podrán considerarse datos personales los patrones de comportamiento y ser acusados de querer trazar un perfil personal?

Los riesgos mayores que podrían ralentizar, pero no parar, la difusión de Internet de las cosas son más bien de tipo social y ético como, por ejemplo, la falta de una legislación específica por parte de los gobiernos o la falta de una estrategia y un plan de difusión y gestión de la red adecuado y viable por parte de las instituciones.

La seguridad y la privacidad de los datos de la red de cosas son unos de los factores con más impacto en todos los mercados en general, y en particular en el sector de la educación. Sin una tecnología que pueda garantizarlas, la difusión de la red de las cosas en la enseñanza podría verse ralentizada. La información debe estar siempre disponible cuando se necesite; sin embargo, debe poderse mantener su confidencialidad, siendo el propietario de la información quien tenga la potestad de decidir qué personas, grupos u organizaciones puedan acceder a ella. Esto no supone un problema en la enseñanza superior, pero crea una serie de problemas éticos en la enseñanza primaria y secundaria. Los problemas que se plantean son distintos y van desde quién debe ser el responsable de la seguridad de los datos, el estudiante o la institución; hasta qué edad un menor puede considerarse apto para gestionar sus datos en la red de las cosas y cómo los problemas ligados a la seguridad impactarán sobre la capacidad de la red de tomar decisiones autónomas en base a los datos analizados.

La difusión de dispositivos embebidos permitirá el rápido despliegue de redes complejas de personas y objetos tanto en el sector público como en el privado. Estos dispositivos crearán un nuevo tipo de relación e interacción entre personas

y máquinas. En este nuevo contexto, hay que encontrar un equilibrio entre los beneficios que conllevan la adopción y la difusión de estas nuevas tecnologías, y la conciencia de los riesgos ligados a la privacidad y la seguridad.

La única forma de conseguirlo es a través de un proceso de alfabetización de todos los actores implicados en el proceso formativo. Tanto los educadores como los alumnos deberán comprender las implicaciones éticas y los riesgos ligados a la red de las cosas, así como la forma de minimizar estos riesgos.

Los datos personales y comunes deberán ser tratados de forma distinta, y la privacidad e intimidad de cada individuo deberán ser respetadas.

Internet de las cosas deberá garantizar la integridad, exactitud, autenticidad y actualización de los datos, lo que supone un auténtico reto tecnológico, ya que la naturaleza extremadamente dinámica de los datos tratados por este tipo de red requiere de una actualización constante.

## Conclusiones

Independientemente del contexto social y económico, lo que marca el éxito o el fracaso de un modelo es el grado de implicación de todos los actores involucrados en el proceso educativo: gobiernos, instituciones, docentes, padres y alumnos. No obstante, en un paradigma en el que el alumno ya no es un mero receptor de conocimientos y adquiere mayor protagonismo, marcando las pautas de su aprendizaje, se requiere por parte de éste un grado de motivación y un deseo de aprender aún mayores respecto al modelo tradicional. En una sociedad en la que, últimamente y en todos los contextos, se está abusando de la palabra “talento”, incluso hasta su devaluación, privándola de su significado y asociándola más bien a habilidades cantoras, el deseo de aprender, de superarse y de mejorar, la honestidad moral e intelectual son cualidades imprescindibles que todo estudiante debería tener y los cimientos sobre los que construir su desarrollo humano y profesional y su propio talento.

La convergencia de Internet de las cosas e Internet de las personas supone, para el mercado educativo, no sólo nuevas oportunidades de negocio, sino también una mejora sustancial de todos los procesos empresariales relacionados.

La transición hacia el nuevo modelo de aprendizaje activo, ubicuo y en la red ya está en marcha, y las decisiones que, a nivel institucional, se tomen ahora marcarán la diferencia entre entender, liderar el cambio y ser protagonistas, o,



simplemente, anclarnos a unos modelos anacrónicos y acatarlo cuando sea inevitable hacerlo compitiendo en un mercado ya saturado y en una clara situación de inferioridad. Nuestra Universidad, en este sentido, no puede ni debe quedarse atrás y por ello ha dado ya su primer paso con su participación activa en el proyecto Newton. Este paso, sin vuelta atrás, nos permitirá adquirir una posición competitiva y relevante en el mercado educativo que ya está llamando a las puertas...

Muchas gracias por su atención.

**Gianluca Cornetta** es ingeniero electrónico por el Politécnico de Turín (1995) y doctor ingeniero electrónico por la Universidad Politécnica de Cataluña (2001). En la actualidad es profesor agregado en el departamento de Ingeniería de la Información de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad CEU San Pablo. Asimismo, es *research fellow* en la Vrije Universiteit Brussel y profesor invitado del Institute Supérieur d'Électronique de Paris (ISEP) en el que imparte docencia en el Master ACE (Advances in Communication Environments).

Antes de unirse al CEU, ha sido profesor en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, ingeniero de investigación y desarrollo en Infineon Technologies GmbH (Munich) diseñando microcontroladores y memorias flash embebidas para el mercado industrial y de la automoción, y consultor en Tecsidel S. A. (Barcelona) participando en el diseño, desarrollo y despliegue de sistemas de telepeaje para distintas sociedades concesionarias de autopistas.

El profesor Cornetta es autor de cinco libros y varios capítulos de libros y artículos sobre distintos aspectos del diseño electrónico analógico, digital y de radio frecuencia y uno de los principales impulsores y coordinadores del proyecto europeo NEWTON en el marco del programa Horizon 2020.